T•Comm
Телекоммуникации и транспорт
ТОМ 8. №10-2014
"T-Comm — Telecommunications and Transport" magazine

Журнал включен в перечень периодических научных изданий, рекомендуемый ВАК Минобразования России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций.

Учредитель
ООО "Издательский дом Медиа Паблишер"

Главный редактор
Тихвинский Валерий Олегович

Издатель
Дымкова Светлана Сергеевна
ds@media-publisher.ru

Редакционная коллегия

Аджемов Артём Сергеевич
(д.т.н., профессор, ректор МТУСИ), Россия

Алексеев Евгений Борисович
(д.т.н., профессор, начальник отдела информационных ресурсов и интеллектуальной собственности МТУСИ), Россия

Вааль Альберт
(д.т.н., старший научный сотрудник Ганноверского университета им. Лейбница на кафедре коммуникационной техники), Германия

Головачев Юлиус
(управляющий консультант Detecon International GmBH), Германия

Дулкейтс Эрик
(д.т.н., старший исполнительный директор корпорации Detecon), Силиконовая долина, США

Зубарев Юрий Борисович
(д.т.н., член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, зам. председателя экспертного совета ВАК по электронике, радиотехнике и связи), Россия

Кирхгесснер Юрий
(д.т.н., Директор IncotelogyLtd.), Великобритания

Кузовкова Татьяна Алексеевна
(д.э.н., декан экономического факультета МТУСИ), Россия

Кюркчан Александр Гаврилович
(д.ф-м.н., профессор ФГОБУ ВПО МТУСИ), Россия

Сеилов Шахмаран Журсинбекович
(д.э.н., Президент Казахской академии инфокоммуникаций), Казахстан

Сысоев Николай Николаевич
(д.ф-м.н., декан физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова), Россия

Шарп Майкл
(д.э.н., вице-президент европейского института стандартизации – ETSI), Великобритания

www.media-publisher.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ

Андреевская Т.М.
О возможности одновременного усиления нескольких телевизионных каналов широкополосной мощной ЛБВ 6

Артюхова М.А.
Влияние низкоинтенсивной радиации на СВЧ-устройства 10

Булычев Ю.Г., Насенков И.Г., Николас П.И.
Двухэтапное оперативное прогнозирование развития марковских систем 13

Головкин И.В., Маныкин Д.Н., Елсуков Б.А., Клоков С.С.
Сигнально кодовая конструкция с использованием ортогональных сигналов и турбо-подобных кодов для некогерентного приема 15

Громорушкин В.Н.
Разработка фильтра гармоник для коротковолнового ключевого передатчика 20

Елизаров А.А., Каравашкина В.Н., Нестерова Д.А., Шаймарданов Р.В.
Моделирование микроволнового излучателя на основе коаксиального ребристого стержня 24

Жуков А.О., Сорокин С.А., Коченко С.Н., Кабешов А.В., Николаев А.В.
Оценка уровня групповой помехи от сети 3G на РЭС правительственного назначения по результатам измерений мощности сигналов передатчиков базовых станций UMTS 27

Климов Д.А., Аржанцев С.В.
Подход к задаче моделирования в мультисервисных сетях связи 30

Комаров С.Н., Морозова А.П.
Исследование усилителя мощности радиочастотных колебаний с многофазным возбуждением 33

Кулаков М.С.
Анализ особенностей функционирования мобильных самоорганизующихся сетей MANET на уровне доступа к среде MAC 39

Легков К.Е., Буренин А.Н.
Проблемы математического описания потоков управляющей информации в процессе управления современной инфокоммуникационной сетью специального назначения 43

Лосев А.А.
Анализ влияния постоянной времени пикового детектора на искажения сигнала в усилителе мощности по методу дефазирования и его коэффициент полезного действия 47

Мамонтов А.В., Нефедов В.Н., Симонов В.П.
Микроволновые устройства термообработки стержневых диэлектрических материалов 53

Мамонтов А.В., Нефедов В.Н., Симонов В.П.
Микроволновые устройства для термообработки листовых материалов с малыми диэлектрическими потерями 56

Мозговой Ю.Д., Хриткин С.А.
Излучение микроволн при взаимодействии попутных электронных потоков в гладком и периодическом волноводах 60

Мухин И.А., Немировский М.С.
Сравнение энергетической эффективности одноканальной М-позиционной КАМ и пространственного уплотнения V-BLAST при различных канальных условиях 65

Панкратов Д.Ю.
Анализ влияния пространственно коррелированных замираний на передающей стороне и приемной стороне на пропускную способность радиоканала системы MIMO 72

Файзуллин Р.Р., Воробьев М.С., Кадушкин В.В.
Анализ эффективности нелинейных методов многопользовательского детектирования 75

Хлопов Б.В., Чучева Г.В., Самойлович М.И.
Исследования восприимчивости к магнитным полям образцов нанокомпазитных материалов на основе опаловых матриц для аппаратуры стирания информации 82

Чиров Д.С., Терешонок М.В., Елсуков Б.А.
Метод и алгоритмы оптимизации технических характеристик комплексов радиомониторинга 88

PUBLICATIONS IN ENGLISH

Velychko Oleh, Golovnya Milentiy, Dyadenko Evgeniy, Shevkun Sergii, Shkliarevskyi Igor.
Ukrainian National Time-scale Transfer Network's Experimental Segment using IEEE 1588 Protocol 93

Nikolay Kulikov.
Analysis of QoS Estimation Methods in IMS-Networks 96

CONTENT

TECHNOLOGIES

Andrevskaya T.M.
On the possibility of simultaneous amplification of several TV channels broadband powerful TWT 6

Artyukhova Maya.
Low intensity radiation effect on SHF devices 10

Bulychev Yu.G., Nicholas P.I., Nasenkov I.G.
Two-stage Efficient Prediction of Markov Systems 13

Golovkin I.V., Manyikin D.N. Elsykov B.A., Klokov S.S.
Signal-code structure using serial concatenation of turbo-like code and orthogonal codes for noncoherent detection 15

Gromorushkin Victor.
Design harmonic filter for shortwave switching transmitter 20

Yelizarov A.A., Karavashkina V.N., Nesterova D.A., Shaymardanov R.V.
Modeling of microwave radiator on the basis of coaxial ribbed line 24

Zhukov A.O., Sorokin S.A., Kochenko S.N., Kabisov A.V., Nikolaev A.V.
Impact assessment of cumulative noises issued by 3G network on state electronic warfare based on measuring signals power of UMTS base stations transmitters 27

Klimov D.A., Arzhancev S.V.
Approach to the problem of modeling a multi-communication networks 30

Komarov S.N., Morozova A.P.
Research of the amplifier of power of radio-frequency fluctuations with multiphase excitement 33

Kulakov Mikhail.
Analysis of functioning of mobile self-organizing networks MANET on the media access control layer MAC 39

Legkov K.E., Burenin A.N.
Problems of the mathematical description of flows control data in administrative process by the modern infocommunication network special purpose 43

Losev Alexandr.
Effect of the peak detector time constant on linc power amplifier performance 47

Mamontov A.V., Nefedov V.N., Simonov V.P.
Microwave devices of heat treatment rod dielectric materials 53

Mamontov A.V., Nefedov V.N., Simonov V.P.
Microwave devices of heat treatment of sheet materials with small dielectric losses 56

Mozgovoi Y.D., Khritkin S.A.
Microwave radiation at the interaction of co-propagating electron beams in smooth and periodic waveguides 60

Mukhin I.A., Nemirovsky M.S.
Performance comparison of single layer M-QAM and spatial multiplexing V-BLAST in different channel conditions 65

Pankratov D.Yu.
Analysis of influence of spatial fading correlation on the transmitting side and the receiving side on MIMO system radio channel capacity 72

Faizullin R.R., Vorob'ev M.S., Kadushkin V.V.
Analysis of the effectiveness of non-linear multi-user detection methods 75

Khlopov B.V., Chucheva G.V., Samoylovich M.I.
Studies of sensitivity to magnetic fields samples nanocomposite materials on the basis of opal matrices for equipment deletion 82

Chirov D.S., Tereshonok M.V., Elsukov B.A.
A Method and Algorithms of Radio Monitoring Complex Technical Specs Optimization 88

PUBLICATIONS IN ENGLISH

Velychko Oleh, Golovnya Milentiy, Dyadenko Evgeniy, Shevkun Sergii, Shkliarevskyi Igor.
Ukrainian National Time-scale Transfer Network's Experimental Segment using IEEE 1588 Protocol 93

Nikolay Kulikov.
Analysis of QoS Estimation Methods in IMS-Networks 96

Заказ журналов:
- по каталогу **"Роспечать"** (**индекс 80714**)
- **"Деловая пресса"** (**www.delpress.ru**)
- **в редакции** (**t-comm@yandex.ru**)

Региональные подписные агентства
http://www.media-publisher.ru/raspr.shtml

Периодичность выхода — 12 номеров в год
Стоимость одного экземпляра 500 руб.

Целевая аудитория по распространению
• Телекоммуникационные компании • Дистрибьюторы телекоммуникационного оборудования и услуг • Контент-провайдеры • Разработчики и производители абонентского оборудования • Энергетические компании • Автотранспортные предприятия • Компании, занимающиеся железнодорожными, воздушными и морскими перевозками • Логистические компании • Провайдеры охранно-поисковых услуг • Геодезические и картографические организации • Государственные ведомства и организации; • Строительные компании • Профильные учебные заведения

Тираж 3000 экз. + Интернет-версия

Редакция

Издатель
Светлана Дымкова
ds@media-publisher.ru

Директор отдела развития и рекламы
Ольга Дорошкевич
ovd@media-publisher.ru

Отдел распространения и подписки
info@media-publisher.ru

Предпечатная подготовка
ООО "ИД Медиа Паблишер"

Поддержка Интернет-портала
Сергей Алексанян

Адрес редакции
111024, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, д. 8, офис 512-514 e-mail: t-comm@yandex.ru
Тел.: +7 (495) 957-77-43

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77-27364.
Язык публикации: русский, английский.

Мнения авторов не всегда совпадают с точкой зрения редакции. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет

Материалы, опубликованные в журнале — собственность ООО "ИД Медиа Паблишер". Перепечатка, цитирование, дублирование на сайтах допускаются только с разрешения издателя

All artocles and illustrations are copyright. All rights reserved. No reproduction is permitted in whole or part without the express consent of Media Publisher Joint-Stock Company

Плата с аспирантов за публикацию рукописи не взимается

© ООО "ИД Медиа Паблишер", 2014

www.media-publisher.ru

Моделирование микроволнового излучателя на основе коаксиального ребристого стержня

Представлены результаты моделирования микроволнового излучателя на основе коаксиального ребристого стержня, полученные с помощью программных средств CST Microwave Studio 2011. Интерес к такой электродинамической структуре обусловлен возможностями ее широкого применения как в качестве замедляющей системы для ламп с бегущей и обратной волной, так и в качестве медицинского электрода - излучателя для микроволновой физиотерапии урологических заболеваний. Для возбуждения электромагнитных колебаний типа E11 в ребристом стержне может использоваться коаксиальная линия или конический рупор. Полученное излучение обладает симметрией вращения и линейно поляризовано в главной плоскости. Пространственная характеристика излучения имеет конусообразную форму с радиальным направлением вектора электрического поля. Возможность изменения в широких пределах коэффициента замедления и волнового сопротивления структуры позволяют уменьшать её геометрические размеры при сохранении электрической длины.

Ключевые слова: *замедляющая система, коаксиальный ребристый стержень, коэффициент замедления, волновое сопротивление.*

Елизаров А.А.,
профессор кафедры "Радиоэлектроника и телекоммуникации" МИЭМ НИУ ВШЭ

Каравашкина В.Н.,
доцент кафедры "Электроника" МТУСИ

Нестерова Д.А.,
магистрант кафедры "Радиоэлектроника и телекоммуникации" МИЭМ НИУ ВШЭ

Шаймарданов Р.В.,
аспирант кафедры "Радиоэлектроника и телекоммуникации" МИЭМ НИУ ВШЭ

Одним из перспективных направлений создания современных излучателей и электродов для микроволновой физиотерапии является применение резонансных отрезков замедляющих систем [1, 2]. Использование таких электродинамических структур обусловлено простотой их конструкции, малыми габаритными размерами по сравнению с рабочей длиной волны, а также возможностью изменения в широких пределах их волнового сопротивления [2-4].

Теоретический и практический интерес к микроволновым излучателям на основе коаксиального ребристого стержня продиктован рядом преимуществ, которые отличают их от известных типов спиральных электродов [4]. В частности, необходимо отметить возможность обеспечения с помощью таких структур точной локализации электромагнитной энергии в облучаемом участке тела; возможность изменения локальной зоны нагрева, как по длине, так и по азимуту, а также возможность изменения площади зоны облучения.

Аналитический расчет дисперсии излучателя на основе замедляющей системы типа коаксиальный ребристый стержень проведен методом сшивания проводимостей электрического и магнитного типов при замене электродинамической структуры моделью анизотропно-проводящего цилиндра [5, 6]. В общем виде дисперсионное уравнение такой замедляющей системы впервые получено в работе [7]:

$$\frac{I_1(c\tau)+\frac{\tau}{k_1}\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}I_0(c\tau)bct(ck_1,pk_1)}{K_1(c\tau)-\frac{\tau}{k_1}\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}K_0(c\tau)bct(ck_1,pk_1)}=\frac{I_1(a\tau)+\frac{\tau}{k_3}\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_2}I_0(a\tau)bct(ak_3,bk_3)}{K_1(a\tau)-\frac{\tau}{k_3}\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_2}K_0(a\tau)bct(ak_3,bk_3)}, \quad (1)$$

где $bct(x,y)=\frac{J_1(x)N_0(y)-N_1(x)J_0(y)}{J_0(x)N_0(y)-N_0(x)J_0(y)}$ – разностный котангенс; τ – поперечная постоянная, связанная с волновым числом k_2 и фазовой постоянной β соотношением $\beta^2=\tau^2+k_2^2$, a – радиус экрана, c – радиус ребристого стержня, p – радиус выточек ребристого стержня.

Компьютерное моделирование излучателя на основе коаксиального ребристого стержня выполнено с помощью программных средств CST Microwave Studio 2011. Внешний вид модели излучателя представлен на рис. 1.

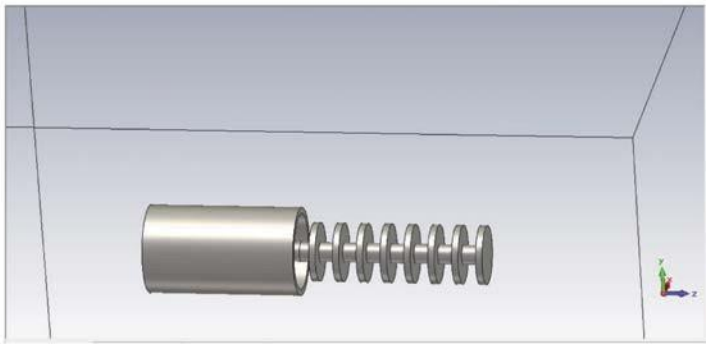

Рис. 1. Внешний вид модели излучателя в программе CST Microwave Studio 2011

Геометрическая длина электрода выбрана равной 30 мм (рабочая частота 2450 МГц), диаметр электрода – 12 мм. Количество ребер, укладывающихся на данной длине, при равенстве ширины ребра и расстояния между ними, выбрано равным восьми. Эти геометрические параметры излучателя приемлемы для проведения урологических процедур трансуретральной микроволновой термотерапии (ТУМТ – терапии) [8].

Для возбуждения электромагнитных колебаний типа E_{11} в ребристом стержне используется коаксиальная линия. Полученное излучение обладает симметрией вращения и линейно поляризовано в главной плоскости. Пространственная характеристика излучения имеет конусообразную форму с радиальным направлением вектора электрического поля (рис. 2).

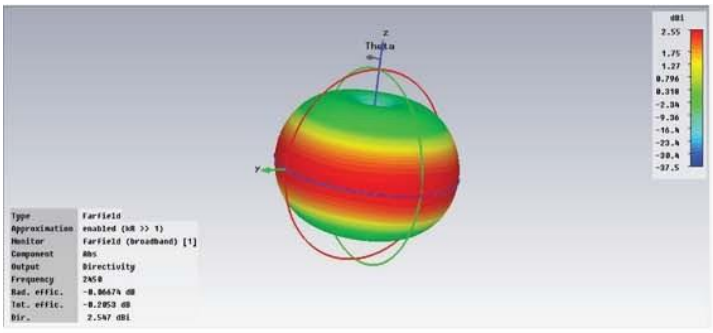

Рис. 2. 3D-диаграмма направленности модели излучателя на частоте 2450 МГц

На рис. 3 представлена рассчитанная диаграмма направленности электрода на частоте 2450 МГц, подтверждающая возможность обеспечения интенсивного поперечного излучения. Следует отметить, что выбором соответствующих размеров электрода могут быть получены достаточно высокие коэффициенты замедления при заданном волновом сопротивлении, а значит, достигнута достаточно высокая направленность. При этом габаритные размеры электрода будут значительно меньше рабочей длины волны.

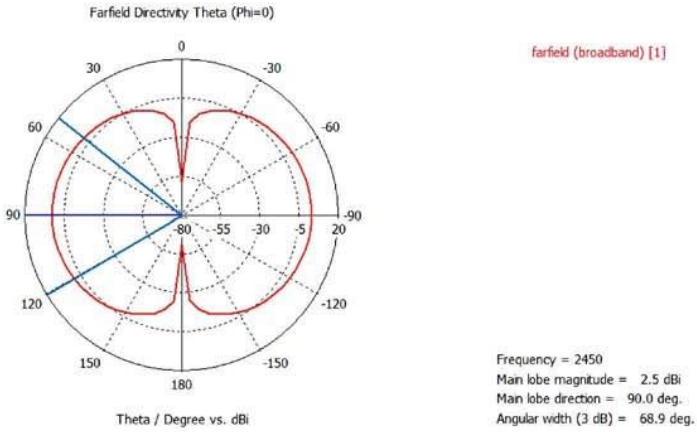

Рис. 3. Диаграмма направленности модели излучателя на частоте 2450 МГц

На рис. 4 показано два варианта конструкции излучателя для ТУМТ-терапии на основе коаксиального ребристого стержня, отличающиеся конструкцией внешнего экрана. Первая конструкция экрана выполнена в виде секторного цилиндра с продольными щелями, симметрично расположенными по образующим, а вторая – в виде цилиндра с продольным щелевым разрезом, угол раскрыва которого равномерно увеличивается от нуля со стороны коаксиального ввода до угла 180-360^0 на рабочем конце излучателя.

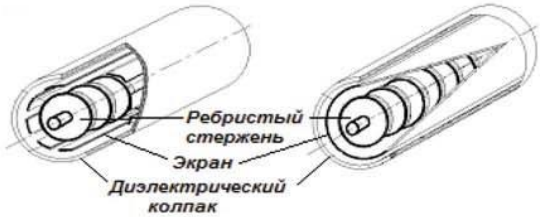

Рис. 4. Варианты внутриполостного излучателя для ТУМТ-терапии

Наличие продольных щелей или щелевого разреза у внешнего проводника приводит к росту волнового сопротивления излучателя с увеличением углового размера щели. При этом равномерное увеличение угла раскрыва позволяет обеспечить плавное изменение волнового сопротивления излучателя, что с учетом поглощения волны в тканях тела обеспечивает его хорошее согласование с генератором. Поскольку внешний проводник оказывает экранирующее действие, интенсивность излучения неравномерна по окружности и длине излучателя. Вне зависимости от величины углового размера продольной щели, интенсивность излучения максимальна в плоскости симметрии, проходящей через ее середину. Это позволяет, выбирая закон изменения размера щели, получать требуемое распределение интенсивности электромагнитного поля, как по окружности, так и по длине излучателя.

Наличие зазора между внешним проводником резонатора и поверхностью облучаемого участка тела пациента может приводить к существенному уменьшению интенсивности излучения, вызванному как резким спадом амплитуды поля электромагнитной волны от поверхности внешнего проводника, так и экранирующим действием поверхности тела. При заполнении внутреннего пространства излучателя многослойной диэлектрической средой с линейно увеличивающимся от поверхности ребристого стержня до поверхности секторного цилиндра волновым сопротивлением, достигается его согласование с телом пациента, что увеличивает эффективность облучения.

Кроме урологических процедур ТУМТ-терапии, предложенный электрод на основе ребристого стержня может быть использован также как источник излучения для микроволнового томографа при исследовании крупных кровеносных сосудов или пищевода. Кроме того, возможно его применение в качестве миниатюрной приемной антенны при радиометрии и термографии.

Технологии на базе замедляющих систем обеспечивают новые функциональные возможности биомедицинских устройств, они просты, недороги и позволяют работать на относительно низких частотах. Возможность концентрации энергии вблизи поверхности замедляющей системы, а также возможность преимущественного сосредоточения энергии электрического или магнитного поля в заданной области позволяют обеспечить более высокую эффективность воздействия требуемым излучением, чем биомедицинские устройства на отрезках волноводных или коаксиальных линий [9].

Использованы результаты, полученные в ходе выполнения проекта «Исследование распространения замедленных электромагнитных волн в многослойных диэлектриках и разработка СВЧ устройств на их основе», выполненного в рамках Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2013 году, грант №13-05-0017.

Литература

1. Pchelnikov Yu.N. Medical application of slow-wave structures // 40th Annual Microwave Symposium Proceedings. August 9-11, 2006. P.1-5.

2. *Пчельников Ю.Н., Елизаров А.А., Нестерова Д.А., Шаймарданов Р.В.* Перспективы создания новых микроволновых излучателей и электродов для физиотерапии на замедляющих системах //

Труды Международной научно-практической конференции "International Scientific – Practical Conference "INNOVATIVE INFORMATION TECHNOLOGIES", Prague, 2013, April 22-26 / T.2. M.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. С. 233-238.

3. Pchelnikov Yu.N., Yelizarov A.A. Medical application of slow electromagnetic waves // Proceedings International University Conference "Electronics and Radiophysics of Ultra-High Frequencies (UHF-99)". St.Petersburg, May 24-28, 1999. P.464-467.

4. *Елизаров А.А., Шаймарданов Р.В.* Особенности применения замедленных электромагнитных волн в биологии и медицине // Материалы 10-й юбилейной Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения «АПЭП-2012». Саратов, 2012. С.219-227.

5. *Елизаров А.А., Шаймарданов Р.В.* Исследование электрода для трансуретральной микроволновой термотерапии на основе замедляющей системы типа коаксиальный ребристый стержень // Труды LXVII Научной сессии, посвященной Дню радио. Москва, 2012. С.369-372.

6. *Елизаров А.А., Шаймарданов Р.В., Нестерова Д.А.* Исследование электрода на основе коаксиальной ребристой линии для лечения доброкачественной гиперплазии простаты // Медицинская физика и инновации в медицине: материалы V Троицкой конф. ТКМФ-5. Троицк, 2012. Т.2. С.294-296.

7. *Пчельников Ю.Н.* Коаксиальная линия с ребристыми электродами. М.: МИЭМ, 1985.

8. *Окавитов В.В.* Практика ТУР операций. М.: «Мирмед», 2005.

9. *Елизаров А.А., Шаймарданов Р.В.* Исследование электродов для внутриполостной микроволновой физиотерапии с экранировкой магнитного поля // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2013. № 9. – С.82-84.

Modeling of microwave radiator on the basis of coaxial ribbed line

Yelizarov A.A., *professor of the chair "Radioelectronics and telecommunications" MIEM HSE*

Karavashkina V.N., *dozent of the chair "Electronics" MTUCI*

Nesterova D.A., *magistrant of the chair "Radioelectronics and telecommunications" MIEM HSE*

Shaymardanov R.V., *postgraduate student of the chair "Radioelectronics and telecommunications" MIEM HSE*

Abstract

The paper presents the results of microwave radiator simulation based on coaxial ribbed line, using software CST Microwave Studio 2011. Interest in such electrodynamic structure due to its wide application potential as slow-wave system for the traveling wave tube and backward wave oscillator and as a medical electrode — radiator for a physiotherapy, urological diseases. Coaxial line or conical horn can be used for excitation of E11 type electromagnetic oscillations in the ribbed line. The resulting emission has the rotation symmetry and the wave is linearly polarized in the main plane. Spatial distribution of radiation has a conical shape with a radial direction of the electric field vector. The possibility of changes in a wide range slowing down coefficient and wave impedance of structures allow to reduce its geometrical dimension while electrical length keeps permanent.

Keywords: *slow wave system, coaxial ribbed line, slowing down coefficient, wave impedance.*

References

1. *Pchelnikov Yu.N.* Medical application of slow-wave structures / 40th Annual Microwave Symposium Proceedings. August 9-11, 2006. pp.1-5.

2. *Pchelnikov Yu.N., Elizarov A.A., Nesterov D.A., Shaymar-dan R.V.* Prospects for new microwave radiate-lei and electrodes for physiotherapy at a decelerating system / Proceedings of the International scientific and practical conference "International Scientific - Practical Conference" INNOVATIVE INFORMATION TECHNOLOGIES ", Prague, 2013, April 22-26 / V.2. M .: MIEM HSE, 2013. pp 233-238.

3. P*chelnikov Yu.N., Yelizarov A.A.* Medical application of slow electromagnetic waves / Proceedings International University Confer-ence "Electronics and Radiophysics of Ultra-High Frequencies (UHF-99)". St.Petersburg, May 24-28, 1999. pp.464-467.

4. *Elizarov A.A., Shaimardanov R.V.* Features of application of slow electromagnetic waves in biology and medicine / Proceedings of the 10th anniversary of the International Scientific Conference "Actual problems of e-priborostroe of" APEP-2012 ". Saratov, 2012. pp.219-227.

5. *Elizarov A.A., Shaimardanov R.V.* Investigation of the electrode for transurethral microwave thermotherapy based on the type of slow-ribbed coaxial rod / Proceedings LXVII scientific session devoted to Radio Day. Moscow, 2012. pp.369-372.

6. *Elizarov A.A., Shaimardanov R.V., Nesterov D.A.* Investigation-tion electrode based on a coaxial line for ribbed le-tion of benign prostatic hyperplasia / Medical Physics and innovation in medicine: the V Trinity Conf. TKMF-5. Troitsk, 2012. Vol.2. pp.294-296.

7. *Pchelnikov Yu.N.* Coaxial line with electrodes ribbed. Moscow: MIEM, 1985.

8. *Okavitov V.V.* Practice TOUR operations. Moscow: "Mirmed", 2005.

9. *Elizarov A.A., Shaimardanov R.V.* Investigation of electrodes for intracavitary microwave physiotherapy with shielding Coy magnetic field / T-Comm: Telecommunications and Transport, 2013. No 9. pp.82-84.